

Força de preensão palmar e pinça digital em diferentes grupos de pilotos da Academia da Força Aérea brasileira

Grip and pinch strength among different groups of Brazilian Air Force pilots

Gláucia Helena Gonçalves¹, Daniele Aparecida Gomes¹, Marcela Donatelli Meibach Teixeira¹,
Suraya Gomes Novais Shimano², Antonio Carlos Shimano³, Marisa de Cássia Registro Fonseca⁴

Estudo desenvolvido no Curso de Fisioterapia do RAL – Depto. de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor – da FMRP/USP – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil

¹ Fisioterapeutas

² Fisioterapeuta; doutoranda no RAL/FMRP/USP

³ Engenheiro mecânico; Prof. Dr. do RAL/FMRP/USP

⁴ Fisioterapeuta; Profa. Dra. do RAL/FMRP/USP

ENDEREÇO PARA
CORRESPONDÊNCIA

Gláucia H. Gonçalves
Curso de Fisioterapia / RAL /
FMRP/USP
Av. Bandeirantes 3900
14049-900 Ribeirão Preto SP
e-mail: gauhg.fisio@gmail.com

Estudo apresentado pela autora 1
como trabalho de conclusão do
Curso de Fisioterapia, FMRP/USP.

APRESENTAÇÃO
set. 2009

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO
abr. 2010

RESUMO: Pilotos da Academia de Força Aérea (AFA) brasileira, durante vôos, realizam movimentos com grande solicitação da musculatura da mão que comanda o manche, o que pode modificar a força muscular. Este estudo teve por objetivo analisar as forças musculares isométricas de preensão palmar e pinças polpa-a-polpa, trípole e lateral de três grupos de pilotos da AFA. Foram avaliados 15 pilotos da Esquadrilha da Fumaça (EDA), 16 instrutores de vôo (PI) e 6 pilotos em treinamento (PT), todos do sexo masculino. Para a avaliação, o posicionamento corporal dos pilotos seguiu a padronização da Sociedade Americana de Terapeutas da Mão e a ordem dos movimentos analisados foi predefinida, evitando fadiga muscular. A força muscular isométrica máxima foi coletada em uma contração sustentada por 6 segundos. Os resultados mostram diferenças significativas na preensão, com superioridade das mãos dominantes em relação às não-dominantes em todos os grupos, tendo ainda o grupo EDA obtido valores significativamente superiores em relação aos demais. Nas medidas da pinça trípole, o grupo EDA apresentou significativos valores superiores aos do grupo PT, sendo encontrados valores das mãos dominantes superiores aos das não-dominantes nos grupos EDA e PI. Conclui-se que o treino específico da musculatura da mão durante o vôo, a especificidade e o período de treinamento interferem na força muscular isométrica da mão.

DESCRIPTORES: Capacitação; Força muscular; Mãos; Medicina aeroespacial; Saúde do trabalhador

ABSTRACT: Pilots from Brazilian Air Force Academy (AFA) perform strength- and accuracy-demanding hand movements, which may modify muscle strength. The aim of this study was to analyse hand isometric strength of grip and pulp-to-pulp, tripod and lateral pinch in three groups of male AFA pilots: ADS (Air Demonstration Squadron), n=15; IP (instructor pilots), n=16; and TP (training pilots), n=6. Pilots body positioning during tests followed the standards of the American Society of Hand Therapists; the sequence of assessed movements was predefined in order to prevent muscle fatigue. The maximum isometric muscle force was collected in a contraction kept for 6 seconds. As to grip, results show significant differences within all groups, favouring dominant hands; also, mean ADS grip values were significantly higher than the other groups'. Tripod pinch ADS mean values were significantly higher than training pilots'; and dominant hands significantly overtopped non-dominant ones in ADS and IP groups. It may thus be said that specific hand muscle training during flight, as well as training specialization and duration influence hand isometric muscle strength.

KEY WORDS: Aerospace medicine; Hand; Muscle strength; Occupational health; Training

INTRODUÇÃO

A mão é considerada como um dos sistemas mais complexos e úteis do corpo¹. É capaz de apreender com forças que excedem 445 N ou 45 kg, bem como segurar e manipular um fio delicado². Para Napier³, grande parte da eficiência da mão depende do polegar, que pode opor-se a todos os outros dedos. A oposição entre os dedos reverte-se em vários tipos de preensões e/ou pinças. Entre as preensões, a palmar é mais usada para apanhar objetos e nela pode-se medir a ação dos músculos flexores extrínsecos da mão. Entre as pinças, as mais comuns são: polpa-a-polpa (polegar opõe-se ao indicador), trípole (polegar opõe-se ao dedo médio e indicador) e lateral (polegar opõe-se à face lateral da falange média do indicador)^{4,5}.

Alguns indivíduos, devido à profissão e à maneira particular de utilização da mão, aumentam sua força muscular^{6,7}. Pilotos da Academia de Força Aérea (AFA) brasileira, durante vôos, realizam movimentos com grande solicitação da musculatura da mão que comanda o manche, movimentos estes que podem interferir na força muscular isométrica, distinguindo-os da população comum. Essa força pode ser avaliada por instrumentos específicos como os dinamômetros.

Entre os aviadores da AFA existem diferentes categorias, como os cadetes aviadores, os instrutores de vôo e os pilotos do Esquadrão de Demonstração Aérea (EDA), mais conhecido como Esquadrilha da Fumaça. Os cadetes são estudantes da AFA e pilotam aeronaves que solicitam muito a musculatura da mão para o comando contra a resistência do ar. Membros da Marinha Brasileira também treinam em vôos similares aos dos cadetes. Os instrutores de vôo são pilotos já formados, bem treinados e responsáveis pela supervisão das aulas práticas de vôo dos cadetes. Já os pilotos do EDA são treinados para vôos acrobáticos, que exigem manutenção de força de preensão palmar contra a resistência imposta pela força de aceleração da aeronave durante curvas, denominada força G. Tanto os instrutores quanto os pilotos do EDA são submetidos a uma grande frequência de vôos.

A avaliação das forças isométricas de preensão e pinças desses pilotos possibilita a verificação de adaptações musculares às cargas impostas durante suas atividades específicas, tanto da musculatura extrínseca quanto intrínseca da mão, já que o aprimoramento do desempenho físico específico é alcançado com um treino em movimentos semelhantes aos que se deseja aprimorar⁸. Por meio de comparações entre os grupos de pilotos, pode ser revelado o desenvolvimento de adaptações de acordo com o tipo do treinamento peculiar a cada grupo. Assim, tanto para a seleção quanto para o treinamento físico dos indivíduos que buscam um aprendizado específico de pilotagem como profissão, a força das mãos deve ser um fator a ser levado em consideração, evitando fadiga e consequente alteração no desempenho.

O objetivo deste estudo foi analisar e comparar as forças musculares isométricas dos movimentos de preensão e pinças das mãos dos pilotos da Academia da Força Aérea (AFA) de três diferentes categorias: oficiais da Marinha em treinamento, instrutores de vôo e pilotos do Esquadrão de Demonstração Aérea.

METODOLOGIA

O presente projeto foi parte integrante do projeto de pesquisa intitulado "Estudo biomecânico de pilotos das aeronaves EMB 312 T 27 – Tucano, durante realização de manobras em um simulador de vôo", aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital das Clínicas da FMRP-USP. Também foi obtida autorização do Comando da Aeronáutica para a pesquisa ser realizada com os pilotos da Academia de Força Aérea (AFA) Brasileira.

Os dados foram coletados na sala de reuniões do EDA, na AFA, em Pirassununga, SP. Foram selecionados para análise 37 indivíduos (resultando num total de 74 mãos), dentre os quais 6 oficiais da Marinha que correspondem a pilotos em treinamento (PT), 16 pilotos instrutores (PI) de vôo e todos os 15 pilotos do EDA. Todos os pilotos eram do sexo masculino, sem histórico de lesões ou cirurgias nas mãos, sem sintomas dolorosos que evidenciassem alguma pato-

logia e não faziam uso de droga cardiovascular que pudesse interferir na força muscular⁹. Não houve distinção de idade. Todos os pilotos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O critério de inclusão para o estudo foi fazer parte do corpo efetivo de pilotos da AFA. E os critérios de exclusão foram apresentar histórico de lesão na mão ou patologia crônica ou sistêmica que influenciasse a força muscular.

Os pilotos foram previamente avaliados quanto às medidas antropométricas (peso e altura). O peso foi mensurado em uma balança antropométrica mecânica de braço de metal (Welmy), com precisão de 100 g, do Departamento Médico da AFA. E a altura com um estadiômetro próprio da balança, com precisão de 1 mm, utilizando o método da estatura alongada¹⁰.

Para a tomada das medidas da força de preensão palmar foi utilizado o dinamômetro Jamar (Asimow Engineering, CAL, USA) na segunda posição de manopla e, das pinças polpa-a-polpa, trípole e lateral, o Preston Pinch Gauge (B&L Engineering, CAL, USA). A tomada das medidas seguiu a padronização recomendada pela Sociedade Americana de Estudos da Mão, Federação Internacional das Sociedades de Cirurgia da Mão e Sociedade Brasileira de Terapeutas da Mão e do Membro Superior^{5,11,12}, onde o indivíduo fica em posição sentada, ombro levemente aduzido e em rotação neutra, o cotovelo fletido em ângulo reto, antebraço e punho mantidos neutros, polegar posicionado em discreta flexão interfalângica; e, no caso das pinças, os demais dedos não envolvidos ficaram mantidos em semiflexão. Nessa posição, foram realizadas três mensurações consecutivas das mãos para cada pinça e para a preensão palmar, alternadas entre os lados dominante e não-dominante, com intervalo mínimo de um minuto entre elas para evitar fadiga muscular¹³, sendo registrado como resultado final o valor médio das três mensurações, em quilogramas-força (kgf).

Seguindo recomendações de Zwarenstein¹⁴, do grupo Consort (Consolidated Standards of Reporting Trials), os movimentos de cada sujeito foram avaliados na seguinte sequência:

- piloto “1” = preensão, pinça polpa-a-polpa, pinça trípole e pinça lateral;
- piloto “2” = pinça polpa-a-polpa, pinça trípole, pinça lateral e preensão;
- piloto “3” = pinça trípole, pinça lateral, preensão e pinça polpa-a-polpa;
- e assim por diante até chegar ao piloto número 37.

A ordem dos pilotos não pôde ser aleatória, como é recomendado, pois foi respeitada a disponibilidade de horários de cada um. Um único examinador coletou todos os dados.

Antes da coleta propriamente dita foi realizado um treino, em que o piloto foi orientado quanto ao posicionamento correto do corpo e a forma de segurar o dinamômetro. O movimento foi repetido duas vezes para a familiarização do piloto com o aparelho.

A coleta do valor da contração isométrica voluntária máxima foi feita sempre antes do voo, pedindo-se ao piloto que, após o comando verbal “um, dois, três e vai...”, fizesse a força máxima capaz de gerar no movimento e sustentá-la por 6 segundos.

Para a análise dos dados foi utilizado o modelo linear de efeitos mistos, utilizado em análises em que as respostas de um mesmo indivíduo estão agrupadas e a suposição de independência

entre as observações num mesmo grupo não é adequada¹⁵; os modelos de efeitos mistos permitem considerar os coeficientes da regressão como efeitos aleatórios ou fixos; assume que o vetor das medidas repetidas de cada piloto segue um modelo de regressão linear, no qual alguns dos parâmetros de regressão são específicos da população em estudo, ou seja, são os mesmos para todos os pilotos, enquanto outros parâmetros são específicos para cada indivíduo. Isso é importante, pois nem sempre é possível o controle de todas as fontes de variação envolvidas no processo, como as decorrentes de fatores genéticos e biológicos, que são de difícil mensuração ou requerem um custo elevado para obtenção da informação. Nesse aspecto, os modelos de efeitos mistos tornam-se bastante vantajosos, pois os efeitos aleatórios permitem controlar a variação existente entre pilotos e que pode ser proveniente de fontes de variação não controladas no estudo. A análise estatística permitiu identificar as diferenças significativas ($p < 0,05$) na comparação das médias das medidas de preensão palmar e pinças.

RESULTADOS

Os grupos formados foram: EDA ($n=15$); instrutores de voo (PI, $n=16$); e pilotos em treinamento (PT, $n=6$). As médias de idade foram: EDA $37,3 \pm 2,9$ anos; PI $29,2 \pm 3,2$ anos; e PT $25,0 \pm 0,6$ anos. Quanto à dominância, no grupo EDA dois pilotos (13,3%) eram sinistros

Tabela 1 Diferença entre os valores médios de preensão palmar (em kgf) entre os grupos (ambas as mãos e para cada dominância) e em cada grupo entre mão dominante (d) e não-dominante (n-d); valor de p da respectiva comparação

Grupo/ dominância	Diferença	p
EDA x PI	4,90	0,05
EDA x PT	8,99	0,01
PI x PT	4,09	0,22
(d) EDA x PI	4,44	0,08
(d) EDA x PT	7,54	0,03
(d) PI x PT	3,10	0,36
(n-d) EDA x PI	5,36	0,04
(n-d) EDA x PI	10,44	<0,001
(n-d) PI x PT	5,08	0,13
EDA (d) x (n-d)	3,27	<0,001
PI (d) x (n-d)	4,19	<0,001
PT (d) x (n-d)	6,17	<0,001

e, no grupo PI, quatro (25,0%) o eram; no grupo PT todos eram destros.

Na comparação dos valores médios (incluindo as duas mãos) da preensão palmar (Tabela 1) entre os grupos, o EDA apresentou valores significativamente maiores que os do PT ($p=0,01$). Em relação à dominância, em todos os grupos a mão dominante predominou ($p < 0,001$, Gráfico 1). Comparando as médias apenas das mãos dominantes,

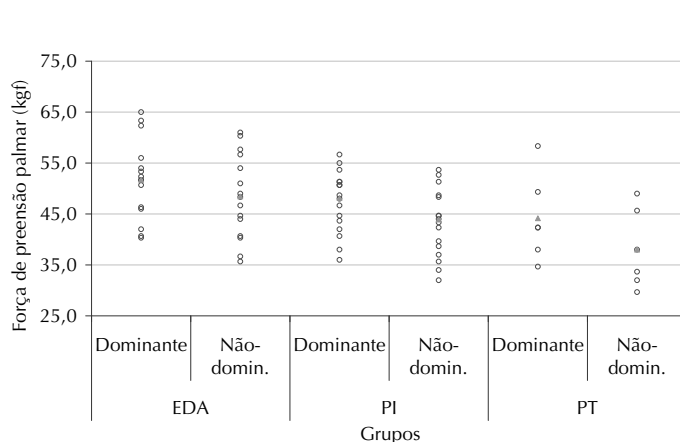


Gráfico 1 Força de preensão palmar (em kgf – valor °, média Δ), segundo a dominância e o grupo: EDA = Esquadrão de Demonstração Aérea; PI = pilotos instrutores; PT = pilotos em treinamento

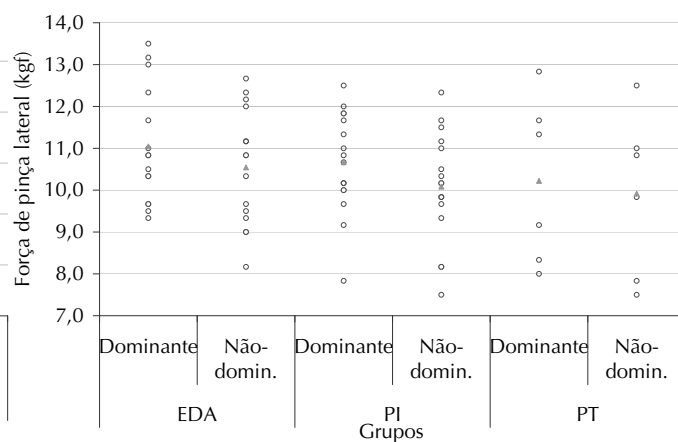


Gráfico 2 Força de pinça lateral (em kgf – valor °, média Δ), segundo a dominância e o grupo: EDA = Esquadrão de Demonstração Aérea; PI = pilotos instrutores; PT = pilotos em treinamento

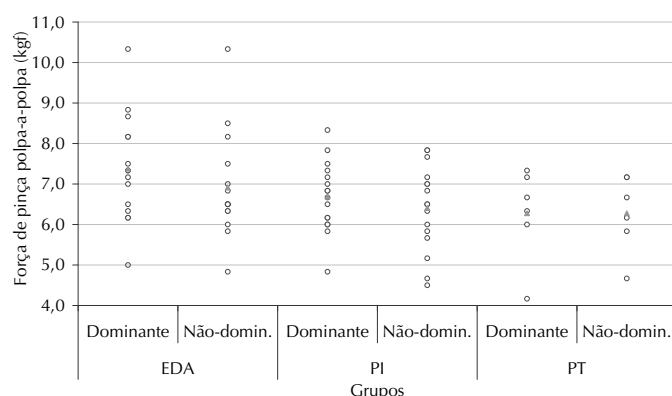


Gráfico 3 Força de pinça polpa-a-polpa (em kgf – valor °, média Δ), segundo a dominância e o grupo: EDA = Esquadrão de Demonstração Aérea; PI = pilotos instrutores; PT = pilotos em treinamento

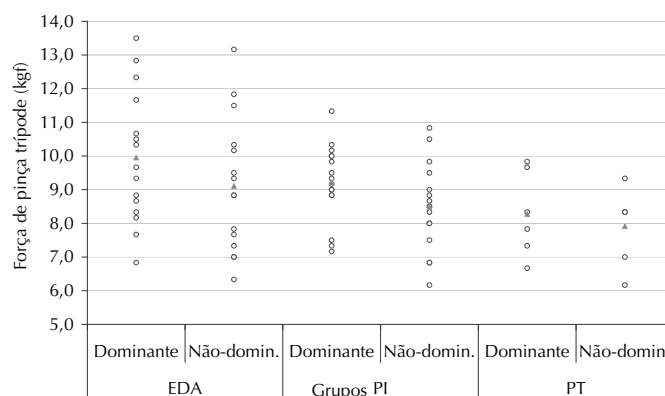


Gráfico 4 Força de pinça trípole (em kgf – valor °, média Δ), segundo a dominância e o grupo: EDA = Esquadrão de Demonstração Aérea; PI = pilotos instrutores; PT = pilotos em treinamento

ainda referentes à preensão palmar, somente o grupo EDA apresentou média significativamente maior que o PT ($p=0,03$). Nas médias das mãos não-dominantes, o grupo EDA mostrou valores significativamente superiores ao grupo PI ($p=0,04$) e ao grupo PT ($p<0,001$).

Em relação à pinça lateral (PL), foi observado que tanto o grupo EDA quanto o PT apresentaram médias dos valores das mãos dominantes significativamente superiores aos das mãos não-dominantes ($p<0,001$). Nas comparações das mãos dominantes, não-dominantes e médias gerais entre os grupos não foram constatadas diferenças significativas (Gráfico 2).

Na pinça polpa-a-polpa, o grupo EDA mostrou médias significativamente maiores na mão dominante em relação à mão não-dominante ($p=0,00$) e também maiores do que as do PT, quando comparadas somente as mãos dominantes ($p=0,03$, Gráfico 3). Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores relativos às duas mãos e às mãos não-dominantes.

Nas comparações entre os valores médios da pinça trípole (PT), o grupo EDA apresentou médias significativamente maiores do que o PT quando comparadas as duas mãos ($p=0,04$, Gráfico 4). Tanto o grupo EDA quanto o grupo PT obtiveram médias das medidas das mãos dominantes significativamente maiores que as das mãos não-dominantes ($p<0,001$). As comparações das mãos não-dominantes entre os grupos não mostraram diferenças significativas.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A realização freqüente de exercícios físicos em treinamento resistido (esportivo ou laboral) promove adaptações fisiológicas e bioquímicas que melhoram o rendimento muscular. Essa melhora da força muscular e da coordenação é explicada pelo princípio da especificidade¹⁶, onde a mudança provocada no tecido muscular é específica à sobrecarga do exercício realizado¹⁷. As atividades dos pilotos em vôo solicitam majoritariamente músculos dos membros superiores, tanto em movimentos bruscos de preensão no manche quanto em movimentos precisos, em acionamento de comandos (botões). Como a resistência muscular é constante durante a tarefa, esses movimentos podem ser considerados como treino específico da musculatura e podem resultar em aumento das forças de preensão e pinças. Os resultados encontrados neste estudo reforçam essa idéia. Para a variável preensão palmar, todos os valores do grupo EDA mostraram-se significativamente maiores que os dos demais grupos. O grupo EDA também apresentou superioridade significativa em relação ao grupo PT nas médias das mãos dominantes da pinça polpa-a-polpa e da pinça trípole. Considerando que os pilotos desse esquadrão são submetidos a sobrecargas musculares maiores e com maior freqüência, os resultados confirmaram a hipótese de que esse grupo teria uma força muscular maior. Além disso, esses pilotos apresentaram um histórico de horas de vôo muito superior ao dos pilotos em treinamento.

Sabe-se que a atividade de pilotagem é caracterizada pelo comando do manche na mão direita e do manete na mão esquerda. Como o comando do manche exige força constante para sua movimentação, todos os grupos apresentaram valores de força muscular superiores na mão direita, que representa a mão dominante da maioria dos pilotos (83,8%).

A escassez de valores significativos para a variável pinça polpa-a-polpa e pinça lateral pode representar a menor utilização desses movimentos isométricos durante as atividades de vôo, não exigindo grandes esforços da musculatura intrínseca da mão. No entanto, o grupo EDA apresentou médias das mãos dominantes significativamente superiores às do grupo PT para a pinça polpa-a-polpa. E os grupos EDA e PI apresentaram valores superiores no lado dominante, o que pode ser explicado pelo fato de os comandos de botões estarem localizados no manche, diferentemente do manete que não possui comandos de dedos. Analisando dados normativos da população brasileira de valores de preensão palmar e pinças digitais apresentados por Caporrino *et al.*¹⁸ e Araújo *et al.*¹⁹, respectivamente, observou-se que os pilotos da AFA, em especial do grupo EDA, apresentam médias superiores aos valores da população brasileira de mesma faixa etária em todas variáveis avaliadas e nas duas dominâncias. Por outro lado, pilotos do grupo PT, que não pilotam com freqüência, apresentaram médias semelhantes de preensão palmar e pinça lateral, e até inferiores

de pinças trípole e polpa-a-polpa, quando comparados aos valores da população em geral, evidenciando que a prática em vôo influencia positivamente o ganho de força muscular.

Neste estudo, não foram realizadas comparações com relação à idade dos pilotos, pois se apresentam em uma faixa etária estreita, na qual não há diferença significativa entre forças de preensão e pinças²⁰. Porém, para garantir a confiabilidade das comparações com a norma nacional¹⁹, os valores foram comparados segundo faixas etárias. Alguns estudos^{21,22} mostram diminuição significativa da força acima da faixa etária das amostras deste estudo.

Uma possível crítica ao estudo seria o fato de não terem sido realizadas análises comparativas com as horas de vôo dos pilotos, pois seus históricos de vôo variam de acordo com a especialização de cada um (piloto de helicóptero, de caça, de transporte). Dessa forma, as comparações não apresentariam boa confiabilidade. Conforme encontrado no estudo de Wind²³, a força de preensão está relacionada com a força muscular global. Assim, os dados encontrados neste estudo sobre a força de preensão palmar poderiam dar uma estimativa da força muscular geral dos pilotos analisados e, portanto, atuariam como dados comparativos para o processo de seleção de pilotos.

Neste contexto, sob condições de sobrecarga constante em vôo, os pilotos de forma geral respondem com adaptações positivas na musculatura. Mas como a atividade é laboral e pode não priorizar um tempo de descanso necessário à recuperação muscular, essa sobrecarga pode levar à fadiga muscular e até a sintomatologia dolorosa²⁴. Por isso, apesar de confirmado o ganho de força muscular decorrente da atividade de pilotagem, um treinamento muscular específico da musculatura envolvida em vôo, como abordagem preventiva, garantiria um ganho de força muscular progressivo, evitando microlesões e preparando essa musculatura para sobrecargas.

REFERÊNCIAS

- Imrhan SN. Trends in finger pinch strength in children, adults, and the elderly. *Hum Factors*. 1989;31(6):689-701.
- Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. *Cinesiologia clínica de Brunnstrom*. Barueri: Manole; 1997. Cap.: Punho e mão, p.209-56.
- Napier JR. The prehensile movements of the human hand. *J Bone Joint Surg Br*. 1956;38B(4):902-13.
- Kapandji IA. *Fisiologia articular: esquemas comentados de mecânica humana*. 4a ed. São Paulo: Manole; 1980.
- Fess EE. Documentation: essential elements of an upper extremity assessment battery. In: Hunter JM, Mackin EJ, Callahan HD, Skirven TM, Schneider LH, Osterman AL, editors. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2002. p.263-84.
- Tiwari PS, Gite LP, Majumder J, Pharade SC, Singh VV. Push/pull strength of agricultural workers in central India. *Int J Ind Ergon*. 2010;40:1-7.
- Werle S, Goldhahn J, Drerup S, Simmen BR, Sprott H, Herren DB. Age- and gender-specific normative data of grip and pinch strength in a healthy adult Swiss population. *J Hand Surg*. 2009;34E(1):76-84.
- Mcardle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 4a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997. p.395-433.
- Ashfield TA, Syddal HE, Martin HJ, Dennison EM, Cooper C, Sayer AA. Grip strength and cardiovascular drug use in older people: findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age Ageing*. 2010;39:185-91.
- Norton K, Olds T. *Antropométrica*. Porto Alegre: Artmed; 2005.
- Abdalla LM, Brandão MCF. Força de preensão palmar e pinça digital. In: SBTM – Sociedade Brasileira de Terapeutas da Mão e do Membro Superior. *Recomendações para avaliação do membro superior*. São Paulo; 2003. p.33-7.
- Bell-Krotoski JA, Breger-Stanton DE. Biomechanics and evaluation of the hand. In: Hunter JM, Mackin EJ, Callahan AD, Skirven TM, Schneider LH, Osterman AL, editors.. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2002. p.240-62.
- Figueiredo IM, Sampaio RS, Mancini MC, Silva FCM, Souza MAP. Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar. *Acta Fisiatr*. 2007;14:104-10.
- Zwarenstein M, Treweek S, Gagnier JJ, Altman DG, Tunis S, Haynes B, et al. Improving the reporting of pragmatic trials: an extension of the CONSORT statement. *BMJ*. 2008;337:1-8.
- Schall R. Estimation in generalized linear models with random effects. *Biometrika*. 1991;78(4):719-27.
- Enoka RM. Neural adaptations with chronic physical activity. *J Biomech*. 1997;30(5):447-55.
- Shinzato GT, Batistella LR. Exercício isocínético: sua utilização para avaliação e reabilitação musculoesquelética. *Ambito Med Desportiva*. 1996;1:11-8.
- Caporrio FA, Faloppa F, Satos JBG, Réssio C, Soares FHC, Nakachima LR, et al. Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamômetro Jamar®. *Rev Bras Ortop*. 1998;33(2):150-4.

Referências (cont.)

- 19 Araújo MP, Araújo PMP, Caporrino FA, Faloppa F, Albertoni WM. Estudo populacional das forças das pinças polpa-a-polpa, trípole e lateral. *Rev Bras Ortop.* 2002;37(11/12):496-504.
- 20 Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1985;66(2):69-74.
- 21 D'Oliveira GDF. Avaliação funcional da força de preensão palmar com o dinamômetro Jamar?: estudo transversal de base populacional [dissertação]. Brasília: Universidade Católica de Brasília; 2005.
- 22 Forrest KY, Zmuda JM, Cauley JA. Patterns and determinants of muscle strength change with aging in older men. *Aging Male.* 2005;8(3-4):151-6.
- 23 Wind AE, Takken T, Helden PJM, Engelbert RHH. Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents and young adults? *Eur J Pediatr.* 2010;169:281-7.
- 24 Bezerra TAR, Hentell LCP. Contribuição ergonômica à carreira dos oficiais aviadores do esquadrão de demonstração aérea Esquadrilha da Fumaça da Força Aérea Brasileira [TCC]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2002.